



**University of
Zurich**^{UZH}

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
University Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 2019

Dematerialisierung durch Digitalisierung – Anspruch und Wirklichkeit

Hilty, Lorenz

Abstract: Schon vor 20 Jahren hoffte man dank digitaler Technologien weniger Material und Energie für die Befriedigung von Konsumbedürfnissen aufwenden zu müssen. Eine relative Dematerialisierung von Produktion und Konsum sollte das zentrale Dilemma der nachhaltigen Entwicklung lösen: die Bedürfnisse von immer mehr Menschen zu befriedigen und gleichzeitig die Natur zu entlasten. Diese mit der Digitalisierung verbundene Chance ist theoretisch noch intakt – praktisch sind bis heute jedoch kaum Fortschritte zu verzeichnen. Dieser Beitrag diskutiert mögliche Ursachen und Zukunftsperspektiven.

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-176310>

Book Section

Published Version

Originally published at:

Hilty, Lorenz (2019). Dematerialisierung durch Digitalisierung – Anspruch und Wirklichkeit. In: Höfner, Anja; Frick, Vivian. Was Bits und Bäume verbindet. München: oekom verlag, 72-75.



DEBATTENBEITRAG

DEMATERIA- LISIERUNG DURCH DIGITALISIERUNG

Anspruch und Wirklichkeit

///<quote>

Die Bedürfnisse von
 immer mehr Menschen
 zu befriedigen und
 gleichzeitig die
 Natur zu entlasten
 ist das zentrale
 Dilemma der nach-
 haltigen Entwicklung.

///</quote>

Schon vor 20 Jahren hoffte man dank digitaler Technologien weniger Material und Energie für die Befriedigung von Konsumbedürfnissen aufwenden zu müssen. Eine relative Dematerialisierung von Produktion und Konsum sollte das zentrale Dilemma der nachhaltigen Entwicklung lösen: die Bedürfnisse von immer mehr Menschen zu befriedigen und gleichzeitig die Natur zu entlasten. Diese mit der Digitalisierung verbundene Chance ist theoretisch noch intakt – praktisch sind bis heute jedoch kaum Fortschritte zu verzeichnen. Dieser Beitrag diskutiert mögliche Ursachen und Zukunftsperspektiven.

VIDEOCONFERENCING UND FLUGVERKEHR

In einer Umfrage unter Mitarbeitenden schwedischer Unternehmen gaben 45 Prozent der Befragten an, sie hätten schon einmal an virtuellen Meetings teilgenommen und dadurch Dienstreisen vermieden. Ein Unternehmen hatte sogar mehr als ein Drittel aller Flugreisen durch Videoconferencing ersetzt.

Ich zitiere diese Untersuchung von Peter Arnfalk deshalb, weil sie die Situation im Jahr 1999 widerspiegelt. Als Arnfalk die Ergebnisse auf der «Enviro-Info»-Konferenz in Wien vorstellte, interpretierte er sie durchaus vorsichtig. Er extrapolierte die Zahlen nicht einfach in die Zukunft, so als würden bald alle Firmen diesem Beispiel folgen. Er sprach auch von Hürden für Videoconferencing und davon, dass sich Menschen in vielen Fällen persönlich treffen wollen. Dennoch hoffte er, dass man zumindest einen Teil

des Flugverkehrs durch virtuelle Meetings würde ersetzen können.¹

Seither ist das Gegenteil dessen geschehen, was man mit vorsichtigem Optimismus erwartet hätte: Der weltweite Flugverkehr hat sich mehr als verdoppelt. Genau genommen hat die Zahl der beförderten Passagiere zwischen 1999 und 2017 um einen Faktor 2,55 zugenommen,² was einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 5,3 Prozent entspricht. Auch wenn etwas mehr als die Hälfte des Zuwachses auf den Freizeitverkehr zurückgeht und die Geschäftsflüge aufgrund der globalen Finanzkrise 2008 und 2009 vorübergehend eingebrochen sind, haben diese insgesamt ebenfalls deutlich zugenommen. Die Ausgaben für Geschäftsreisen stiegen im globalen Durchschnitt allein im Jahr 2017 um 5,8 Prozent.³ Halten wir also fest: Die Möglichkeiten der digitalen Kommunikation haben nicht bewirkt, dass der Flugverkehr zurückgegangen wäre, er hat sogar massiv zugenommen.

Man könnte einwenden, dass auch virtuelle Meetings Energie verbrauchen und damit Emissionen verursachen. Hierzu ein Beispiel: Ein Flug von Zürich nach New York und zurück verursacht rund 2,5 Tonnen Emissionen pro Passagier, ausgedrückt in CO₂-Äquivalenten. Die Emissionen durch virtuelle Meetings betragen für Full-HD-Videoconferencing via Internet heute 160 bis 290 Gramm CO₂-Äquivalente pro Stunde – man könnte also rund 1000 Arbeitstage in perfekter Qualität virtuell konferieren, bis sich ein Flug nach New York stattdessen lohnen würde.⁴

Ob die Digitalisierung in Zukunft zu einem Rückgang des Flugverkehrs führt, hängt vom Verhalten jedes*r Einzelnen ab. Die Industrie jedenfalls plant mit anderen Zahlen: Die Internationale Luftverkehrsvereinigung geht von einer erneuten Verdoppelung des globalen Flugverkehrs bis 2037 aus. Ironischerweise hilft die Digitalisierung bei diesem Wachstum durch die Perfektionierung des Wettbewerbs – das Internet war und ist ein Katalysator für den Preiskampf im Billigflugsektor.⁵

LEBENSDAUER VON GEBRAUCHSGÜTERN

Die Arbeitsgruppe «Nachhaltige Informationsgesellschaft» der Gesellschaft für Informatik knüpfte im Jahr 2004 große Hoffnungen an die Digitalisierung. Anstelle von «Digitalisierung» sprach man damals von der Ausbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT, im Zitat «ICT»): «Der Einsatz von ICT kann die Lebensdauer von Produkten

verlängern, zum Beispiel durch elektronische Tauschbörsen oder durch ein effizienteres Management von Reparaturen. So ermöglicht ICT eine jahrzehntelange Bereitstellung von Ersatzteilen

auch in kleinen Stückzahlen, indem (z.B. dank Internet) die technischen Daten der Ersatzteile und deren Fertigungsdaten verfügbar bleiben sowie eine globale Lagerhaltung organisiert werden kann. Über allge-

mein zugängliche Datenbanken könnte jederzeit Information über die Verfügbarkeit von Ersatzteilen oder die Möglichkeit einer Reparatur abgerufen werden.»⁶

Dies ist teilweise eingetreten – dennoch dominiert im Gesamttrend die Zunahme der Material- und Energieflüsse durch kurzlebige Produkte. Die Dauerhaftigkeit von Gebrauchsgütern wird teilweise sogar durch Digitalisierung untergraben: Bei Produkten, die von Software gesteuert sind, bieten sich für den Hersteller vielfältige Möglichkeiten für Obsoleszenzstrategien, die auch genutzt werden (siehe auch den Beitrag von Gröger & Herterich). Die explizit geplante Obsoleszenz, die sich im Programmcode nachweisen ließe, ist aber nur ein Spezialfall. Wahrscheinlich trägt der generelle Mechanismus von Software-Updates, die immer neue Anforderungen an die Hardware stellen, mehr zur Entwertung von Material bei als die explizit geplante Obsoleszenz. Ich spreche deshalb allgemeiner von «Obsoleszenz durch Software».

Obsoleszenz durch Software scheint zunächst nur IKT-Geräte zu betreffen, kann aber auf alle von Software abhängigen Güter übergreifen. Vor diesem Hintergrund muss die Vision eines «Internet der Dinge» bedenklich stimmen, weil damit eine wachsende Zahl von Gebrauchsgütern faktisch zu Peripheriegeräten eingebetteter Prozessoren wird. Schon heute kommt es vor, dass materialintensive Peripheriegeräte wie Drucker, Scanner oder Monitore obsolet werden, weil die neue Betriebssystemversion sie «nicht mehr unterstützt». Nach der Vision des Internets der Dinge werden nun potenziell alle Alltagsgegenstände (also nicht nur IKT-Geräte) von Software-Updates abhängig. Damit besteht die Gefahr, dass das Prinzip der Entwertung von Material durch Software in immer mehr Lebensbereiche übergreift. Was mache ich, wenn mein Herd, mein Toaster, meine Waschmaschine, mein Rollladen oder das Kinderspielzeug vom Softwareanbieter «nicht mehr unterstützt» wird?

DAS GRUNDPRINZIP DER DIGITALISIERUNG IST DEMATERIALISIERUNG – NUR STELLEN WIR ES AUF DEN KOPF

Software ist eigentlich das perfekt nachhaltige Produkt. Ein Softwareprodukt ist auf die gleiche Weise immateriell wie ein Roman oder eine Partitur. Diese können allenfalls aus der Mode kommen, aber sie unterliegen keiner Abnutzung. Sie ändern sich nicht dadurch, dass sie gelesen bzw. gespielt werden.

Hardware nutzt sich ferner nicht dadurch ab, dass sie Software ausführt. So gesehen, ist Hardware erstaunlich haltbar. Eher sind äußere Beschädigungen für die Alterung von Hardware verantwortlich als die eigentliche Arbeit, welche die Prozessoren, Speicherchips und weiteren Elektronikbauteile verrichten. Falls die Hardware nicht die Funktion erfüllt, nach der man gerade verlangt, besorgt man sich neue Software, die man auf der gleichen Hardware ausführt. Die Universalität der Hardware ist der ursprüngliche und eigentliche Sinn der Trennung von Hardware und Software.⁷

Um den Energieverbrauch muss man sich normalerweise auch nicht sorgen, denn ein handelsüblicher Prozessor benötigt heute nur eine Kilowattstunde Energie, um unvorstellbare 10 Milliarden Rechenoperationen auszuführen. Die ersten Computer hatten diese Energie schon nach wenigen Tausend Operationen verbraucht. Und die Energieeffizienz der

digitalen Technologie steigt weiter.⁸

///<quote>

Eine nachhaltige
Wirtschaftsweise
wird nicht
realisierbar sein,
solange wir die grund-
legenden Mechanismen
nicht infrage stellen,
die uns zu Wachstum
zwingen.

///</quote>

Bis zu diesem Punkt klingt das alles sehr material- und energieeffizient. Nun hat es sich aber seit den 1980er-Jahren bei Softwareherstellern eingebürgert, dass sie durch die sogenannte Softwareevolution den Fortschritt an Rechen-

leistung, Speicherdichte und Energieeffizienz im Hardwarebereich vollständig «aufsaugen».⁹

Das Ergebnis ist, dass funktionierende Geräte systematisch zu Abfall werden, was weltweit zu einem steigenden Aufkommen von Elektronikschrott führt. Dies ist unter Nachhaltigkeitsaspekten besonders bedenklich, denn die heutige Hardware enthält 50 bis 60 Metalle, die zum Teil unter hohen Belastungen für Mensch und Umwelt gewonnen werden. Die Gering-

schätzung dieser materiellen Ressourcen durch ihren viel zu kurzen Einsatz in Geräten ist beispiellos. Recycling löst dieses Problem leider nicht (*siehe auch den Beitrag von Bax & Handke*). Selbst unter optimalen industriellen Bedingungen werden im Recycling des besagten Elektronikschrotts maximal 17 Metalle zurückgewonnen, alle anderen verteilen sich so fein, dass es praktisch unmöglich ist, sie jemals wiederzugewinnen. Wir entziehen diese Metallmengen damit der Nutzung durch zukünftige Generationen. Hinzu kommt, dass zwischen den entstehenden und recycelten Mengen von Elektronikabfall ohnehin eine Lücke klafft, die in den meisten EU-Ländern weit über 50 Prozent liegt¹⁰ und in der übrigen Welt noch größer sein dürfte.

Für eine nachhaltige Digitalisierung wäre es notwendig, das Prinzip zu rehabilitieren, dass Hardwarekomponenten bis zum Ende ihrer technischen Lebensdauer betrieben werden und der größte Teil der Wertschöpfung im immateriellen Bereich, also in der Software, stattfindet.

FAZIT UND AUSBLICK

Weder im Fall des Flugverkehrs noch im Fall der Lebensdauer von Gebrauchsgütern hat sich bisher die Hoffnung erfüllt, dass dank Digitalisierung die Material- und Energieintensität unserer Aktivitäten zurückgehen würde. Im digitalen Zeitalter ist es vielmehr selbstverständlich geworden, dass Anbieter das Prinzip der immateriellen Wertschöpfung durch Software in sein Gegenteil verkehren, indem sie materiellen Konsum durch Software stimulieren oder gar erzwingen.

Aus diesen und auch aus ethischen Gründen wird es unter anderem notwendig sein, die Rechte der Nutzer*innen zu stärken, um der Entwicklung entgegenzutreten, dass ihr Eigentum zunehmend unter externe Kontrolle durch Softwareanbieter gerät. Das Recht auf informationelle Selbstbestimmung wurde vom deutschen Bundesverfassungsgericht einst aus dem allgemeinen Persönlichkeitsrecht heraus entwickelt, um dem*r Einzelnen eine rechtliche Handhabe zu geben, über die Verwendung seiner oder ihrer persönlichen Daten zu bestimmen. Es stellt sich heute die Frage, ob angesichts der zunehmenden Fremdbestimmung unserer Gebrauchsgüter und Infrastrukturen nicht analog aus dem Eigentumsrecht ein Recht auf materielle Selbstbestimmung abzuleiten wäre, das dem*r Eigentümer*in eines (softwaregesteuerten) materiellen Gutes bessere

Möglichkeiten gibt, sich gegen die Untergrabung seiner*ihren Verfügungsgewalt über dieses Gut zu schützen.

Ein denkbarer erster Ansatz hierfür wäre das in den USA für Autos geltende und für Elektronikprodukte derzeit geforderte «Right to Repair».¹¹ Ein Recht auf Reparatur würde sich bei Produkten mit Softwareanteil auch auf die Software beziehen müssen, die folglich offengelegt werden müsste. Allein das könnte bestimmte Formen von softwarebedingter Obsoleszenz verhindern.

Unabhängig davon wird sich die Gesellschaft aber zur einfachen Tatsache verhalten müssen, dass durch Digitalisierung mit immer weniger Arbeit mehr Güter und Dienstleistungen hergestellt werden können, also die Arbeitsproduktivität weiter zunimmt. In naher Zukunft wird die derzeitige Welle der künstlichen Intelligenz (KI) den Arbeitsmarkt erfassen. Zwar haben sich die Konzepte und Methoden der KI in den vergangenen Jahrzehnten nur wenig verändert. Was sie aber heute zumindest vordergründig erfolgreich macht, ist die Verfügbarkeit billiger Hardwareleistung

und zugleich riesiger Datenmengen aus dem Internet, mit denen man Lernalgorithmen versorgen kann. Viele Arbeitsplätze (auch im Dienstleistungssektor) werden durch Automatisierung wegfallen, weil man – zu Recht oder zu Unrecht – annehmen wird, KI-Systeme würden die Tätigkeiten besser und billiger verrichten.

Eine nachhaltige Wirtschaftsweise wird aber nicht realisierbar sein, solange wir die grundlegenden Mechanismen nicht infrage stellen, die uns zu Wachstum zwingen.

Einer dieser Mechanismen ist darin zu finden, dass der technische Fortschritt hauptsächlich für die Steigerung der Arbeitsproduktivität (aber kaum für die Steigerung der Ressourcenproduktivität) genutzt wird. Wenn sich diese Entwicklung fortsetzt, werden wir die Prinzipien überdenken müssen, nach denen unsere Gesellschaft heute Arbeit organisiert und Einkommen verteilt. Ohne grundlegende Veränderungen werden wir aus dem Teufelskreis von Produktivismus und Konsumismus nicht ausbrechen können: Je mehr die Arbeitsproduktivität steigt, desto mehr müssen wir konsumieren, um ausreichend arbeiten zu können.

DER AUTOR

/// **Prof. Dr. Lorenz M. Hilty** ist Professor am Institut für Informatik an der Universität Zürich und leitet die gemeinsame Forschungsgruppe «Informatik und Nachhaltigkeit» der Universität Zürich und der Empa (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt) in St. Gallen. Seine Schwerpunkte sind ökologische und gesellschaftliche Aspekte der Digitalisierung.

LITERATUR

- /// ¹ **Arnalk, P.** *The Role of ICT Based Communication from a Pollution Prevention Perspective*. In: Environmental Communication in the Information Society – Proceedings of the 16th Conference (International Society for Environmental Protection, 2002).
- /// ² **World Bank.** *Air transport, passengers carried: Civil Aviation Statistics of the World and ICAO staff estimates*. <https://data.worldbank.org/indicator/IS.AIR.PSGR> (2019).
- /// ³ **IATA – International Air Transport Association.** *IATA Forecast Predicts 8.2 billion Air Travelers in 2037*. <https://iata.org/pressroom/pr/Pages/2018-10-24-02.aspx> (2018).
- /// ⁴ **Warland, L., et al.** *Factsheet: Dienstreisen*. https://sustainability.uzh.ch/dam/jcr:8949ac6f-f34e-4f73-97c5-483fa3130b70/2016-08-15_Factsheet_Dienstreisen.pdf (2016).
- /// ⁵ **Moreno-Izquierdo, L., et al.** *The Impact of the Internet on the Pricing Strategies of the European Low Cost Airlines*. *European Journal of Operational Research* 246, 651–660 (2015).
- /// ⁶ **Dompke, M., et al.** *Memorandum Nachhaltige Informationsgesellschaft*. <https://publica.fhg.de/eprints/N-20549.pdf> (Fraunhofer IRB Verlag, 2004).
- /// ⁷ **Hilty, L. M.** *Grundlagenforschung in der Informatik? Perspektiven der Informatik und ihre Erkenntnisziele*. *Vereinigung der Schweizerischen Hochschuldozierenden* 43, 3–10 (2017).
- /// ⁸ **Koomey, J., et al.** *Implications of Historical Trends in the Electrical Efficiency of Computing*. *IEEE Annals of the History of Computing* 33, 46–54 (2011).
- /// ⁹ **Hilty, L. M., et al.** *Rebound Effects of Progress in Information Technology*. *Poiesis & Praxis: International Journal of Technology Assessment and Ethics of Science* 1, 19–38 (2006).
- /// ¹⁰ **Huisman, J., et al.** *Prospecting Secondary raw materials in the Urban mine and Mining wastes (ProSUM): Final Report* (2017).
- /// ¹¹ **Reichwein, A., & Sydow, J.** *Wege aus der Reparaturkrise? Das US-amerikanische «Right to Repair»* (Germanwatch, 2018).